



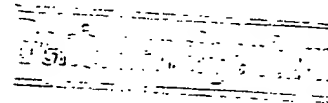
②1 Aktenzeichen: P 33 22 221.5
②2 Anmeldetag: 21. 6. 83
④3 Offenlegungstag: 5. 1. 84

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
29.06.82 SE 8204000

⑦1 Anmelder:
ASEA AB, 72183 Västerås, SE

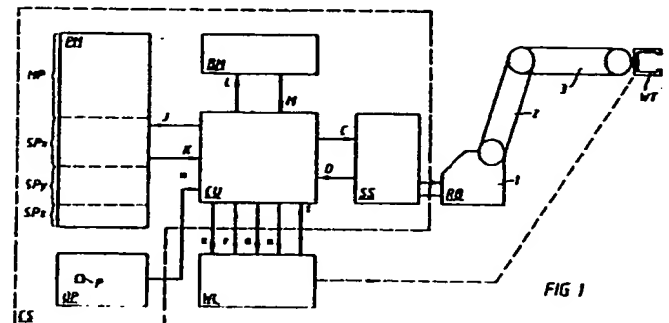
⑦4 Vertreter:
Boecker, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw.,
6000 Frankfurt

⑦2 Erfinder:
Brantmark, Håkan, Dipl.-Ing., 72243 Västerås, SE;
Ennerfelt, Johan, Dipl.-Ing., 35238 Vaxjö, SE



⑤4 Industrieroboter

Ein Industrieroboter (RB) hat ein Steuersystem mit einem Programmspeicher (PM). Bei der Programmierung des Roboters wird dieser von Hand in eine Reihe von gewünschten Positionen gebracht. In jeder Position kann durch die Betätigung eines Bedienungsorgans (P) ein Befehl in den Programmspeicher gespeichert werden, der einerseits Daten über die Positionskoordinaten und andererseits die Nummer eines Unterprogramms (z.B. SPx) enthält, in welchem eine Gruppe oder eine Sequenz von Steuersignalen bereits gespeichert ist. Die Unterprogrammnummer wird aus einem Pufferspeicher (PM) geholt. Bei der Abarbeitung des Hauptprogramms wird durch jeden aus dem Programmspeicher (PM) entnommenen Befehl einerseits der Roboter in die programmierte Position gefahren und andererseits wird das Unterprogramm aufgerufen und ausgeführt. (33 22 221)



Patentansprüche

1. Industrieroboter (RB) mit einem Steuersystem (CS),
welches einerseits den Roboter in mehrere einprogrammier-
5 te Positionen zu steuern vermag und andererseits ein-
programmierte Operationen in oder bei diesen Positionen
zu steuern vermag, mit einer Bedienungseinheit (OP) zur
Steuerung des Roboters während der Programmierung und zur
Eingabe von Daten über die genannten Operationen, mit
10 einem Speicher (PM) zur Speicherung der während des Pro-
grammierens eingegebenen Daten und mit Einheiten (CU, SS)
zur automatischen Steuerung des Roboters gemäß dem im
Speicher gespeicherten Programm, dadurch gekennzeichnet,
daß das Steuersystem ein Bedienungsorgan (P) hat, bei
15 dessen Betätigung während der Programmierung eine Ein-
speicherung von Daten zur Steuerung des Roboters einer-
seits und von Daten zur Steuerung der genannten Opera-
tionen andererseits in den Speicher (PM) erfolgt.

20 2. Industrieroboter nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die bei der Betätigung des Bedienungsorgans
(P) gespeicherten Daten Informationen für die Positio-
nierung des Roboters enthalten.

25 3. Industrieroboter nach Anspruch 2, bei dem im Speicher
(PM) bei der Programmierung ein Hauptprogramm (MP) ge-
speichert wird, das aus einer Reihe von Befehlen besteht,
die beim automatischen Betrieb des Roboters der Reihe
nach ausgeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß das
30 Bedienungsorgan (P) dazu vorgesehen ist, daß bei seiner
Betätigung während der Programmierung die Speicherung
eines Befehls erfolgt, der bei automatischem Betrieb
einerseits die Positionierung des Roboters und anderer-
seits den Aufruf und die Ausführung eines Unterprogramms

- 2 -

(z.B. SPx) herbeiführt, welches Daten für die Steuerung einer der genannten Operationen enthält.

4. Industrieroboter nach Anspruch 3, dadurch gekenn-
5 zeichnet, daß das Unterprogramm (SPx) eines von mehreren
im voraus in dem Speicher (PM) gespeicherten Unterpro-
grammen (SPx, SPy, SPz) ist.

5. Industrieroboter nach Anspruch 4, dadurch gekenn-
10 zeichnet, daß das Steuersystem Vorrichtungen (BM) zur
Speicherung von Daten enthält, die ein bestimmtes Unter-
programm (z.B. SPx) definieren, und daß die Betätigung
des Bedienungsorgans (P) die Speicherung eines Befehls
im Hauptprogramm zum Aufruf und zur Ausführung dieses
15 Unterprogramms herbeiführt.

6. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Zusatzausrüstung (WT, WC) zur Durchführung der genannten Operationen vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem (CS) des Roboters an die Zusatzausrüstung angeschlossen ist und dieser Signale (E-H) zur Durchführung der Operationen zuführt.

A S E A Aktiebolag, Västeras/Schweden

Industrieroboter

Die Erfindung betrifft einen Industrieroboter gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

5

Auf gewissen Anwendungsgebieten des Roboters soll dieser in jeder von einer Anzahl anzufahrender Positionen eine bestimmte Arbeitsoption ausführen. Dies ist beispielsweise bei der Verwendung eines Roboters zum Punktschwei-
10 sen der Fall. Dabei trägt die Roboterhand eine Schweißzange, und der Schweißvorgang wird durch einen mit der Schweißzange verbundenen sogenannten Schweißwächter gesteuert. Der Schweißwächter hat mehrere Eingänge, und durch Eingabe entsprechender Signale an diesen Eingängen
15 können die gewünschten Schweißparameter eingestellt werden. Beispiele für solche Schweißparameter sind die Stromstärke und die Schweißzeit. Bei der Programmierung eines für diese Arbeit eingesetzten Roboters wird dieser in jede gewünschte Schweißposition gefahren. Dabei werden
20 die gemessenen Positionskoordinaten für die einzelnen Positionen der Reihe nach als Positionsbefehle in den Programmspeicher geschrieben. Beim späteren Ablauf des Programms wird der Roboter dann so gesteuert, daß er nacheinander die einzelnen Schweißpositionen anfährt. In
25 dem Programmspeicher muß außerdem zu jedem Positionierungsbefehl ein Befehl eingespeichert werden, der die Durchführung eines Schweißvorganges auslöst und die gewünschten Schweißparameter bestimmt. Oft umfaßt der Arbeitszyklus eines Roboters eine große Anzahl von Schweiß-
30 punkten, und meistens gelten gleiche Schweißparameter für

- 4 -

eine Reihe dieser Punkte. Die Teile des Befehls, welche die Schweißparameter bestimmen, müssen dann, beispielsweise mittels Drucktasten an der Bedienungseinheit, für jeden Schweißpunkt einprogrammiert werden. Dies bedeutet, 5 daß für die Programmierung jedes Schweißpunktes eine verhältnismäßig große Anzahl von Tastendrückvorgängen oder dergleichen erforderlich ist, wodurch das Programmieren sehr zeitaufwendig wird.

- 10 Das genannte Problem ist natürlich nicht auf Roboter zum Punktschweißen beschränkt, sondern tritt allgemein bei der Programmierung von Robotern für Arbeitsvorgänge auf, in denen gleiche Sequenzen oder Gruppen von Steuersignalen in jedem Arbeitszyklus des Roboters mehrmals pro- 15 grammiert werden müssen.

Es ist von großer ökonomischer und praktischer Bedeutung, daß die Flexibilität des Roboters in größtmöglichem Maße ausgenutzt werden kann, und dies erfordert die Möglich- 20 keit einer einfachen und schnellen Programmierung bzw. Umprogrammierung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Industrieroboter mit einem Steuersystem der eingangs genannten 25 Art zu entwickeln, welches eine einfache und schnelle Programmierung eines solchen Arbeitszyklusses ermöglicht, in welchem eine Reihe von untereinander gleichen Arbeitsvorgängen vorkommt.

30 Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Industrieroboter nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 vorgeschlagen, der erfindungsgemäß die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 genannten Merkmale hat.

35 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen genannt.

- 5 -

Anhand der Figuren soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 schematisch ein Ausführungsbeispiel für einen Industrieroboter gemäß der Erfindung mit einem Blockschaltbild seines Steuersystems,

Fig. 2 einen Ablaufplan des Steuersystems während der Programmierung,

Fig. 3 einen Programmablaufplan des Steuersystems während der Ausführung des Programms.

10

Figur 1 zeigt einen Industrieroboter RB, der im gezeigten Beispiel einen sogenannten anthropomorphen Aufbau (anthropomorphe Anordnung seiner beweglichen Teile) hat. Der Sockel 1 des Roboters ruht fest oder um eine vertikale Achse drehbar auf einer Grundplatte. Am Sockel ist ein unterer Arm 2 um eine horizontale Achse drehbar befestigt. Ein oberer Arm 3 ist am oberen Ende des unteren Arms 2 um eine horizontale Achse drehbar befestigt. An dem äußeren Teil des Armes 3 ist eine sog. Roboterhand befestigt, die relativ zum Arm 3 in einem oder mehreren Freiheitsgraden bewegbar ist. Die Hand trägt eine Schweißzange WT zum Punktschweißen. Ein Schweißwächter WC ist mit der Schweißzange verbunden und steuert den Schweißverlauf. Der Schweißwächter hat mehrere digitale Eingänge für Signale E, F, G, H, über welche von dem Steuersystem CS des Roboters Signale zugeführt werden, welche die Schweißparameter bestimmen. Der Schweißwächter steuert den Schweißverlauf, d.h. das Ein- und Ausschalten der mechanischen Schweißkraft, des Schweißstroms usw. in Übereinstimmung mit den Parametern, die von den Signalen E-H bestimmt werden. Die von dem Steuersystem des Roboters an den Schweißwächter gegebenen Signale enthalten auch Informationen, die den Schweißverlauf starten. Wenn dies geschehen ist, gibt der Schweißwächter ein Anzeigesignal I an das Steuersystem des Roboters.

Das Steuersystem CS enthält eine Zentraleinheit CU, zu der

- 6 -

beispielsweise ein Mikroprozessor, der den Arbeitsablauf des Steuersystems steuert, gehören kann. Die Zentraleinheit gibt Steuersignale C an das Servosystem SS des Roboters, das u.a. Antriebsvorrichtungen für die Antriebsmotoren enthält, welche die verschiedenen Positions-Verstellmechanismen des Roboters antreiben. Von am Roboter montierten Gebern (Achsengebern) werden über das Servosystem SS Rückführsignale D geliefert, die in jedem Augenblick die Position des Roboters angeben. Eine Bedienungseinheit OP enthält nicht dargestellte Bedienungsorgane zur Steuerung der Stellung und eventuell auch der Geschwindigkeit des Roboters während der Programmierarbeit sowie Bedienungsorgane zur Eingabe der gewünschten Befehle in das Roboterprogramm. Das Bedienungsorgan zur Steuerung der Bewegung und Position des Roboters kann zweckmäßigerweise als ein Steuerhebel mit drei Freiheitsgraden ausgebildet sein. Zur Eingabe der übrigen Befehle kann ein Satz Drucktasten vorhanden sein. Die Signale von der Bedienungseinheit OP an die Zentraleinheit CU werden in der Figur mit N bezeichnet. Das Steuersystem enthält außerdem einen Programmspeicher PM, in dem einerseits ein Hauptprogramm MP und andererseits mehrere Unterprogramme SPx, SPy und SPz gespeichert werden können. Die Daten, die in dem Speicher gespeichert werden, und die Signale, die die Ausgabe steuern, werden von der Zentraleinheit CU in Form der in der Figur mit J bezeichneten Signalen an den Speicher gesandt. Das Signal K bezeichnet die aus dem Speicher ausgelesenen Daten. Das Steuersystem enthält ferner einen Pufferspeicher BM, in den Daten in Form von Signalen L eingelesen und im Form von Signalen M ausgelesen werden können.

In jedem der Unterprogramme SPx-SPy, deren Anzahl beliebig sein kann, ist ein bestimmter Satz von Schweißparametern gespeichert. Beim Aufruf eines bestimmten Unterprogramms nehmen die Signale E-H Werte an, welche die im Unterprogramm gespeicherten Schweißparameter bestimmen. Die Spei-

- 7 -

cherung der Unterprogramme wird im voraus, entweder von Roboterlieferanten oder vom Anwender vorgenommen. Jedes Unterprogramm hat eine Nummer o. dgl., die das Unterprogramm kennzeichnet.

- 5 Gemäß der Erfindung ist die Bedienungseinheit OP mit einem Bedienungsorgan P, beispielsweise einer Drucktaste, versehen. Diese wird bei der Programmierung des Schweißprogrammes des Roboters benutzt, und ihre Funktion soll nachstehend näher beschrieben werden. Die Taste P kann
- 10 eine feste Funktion haben, die mit einem festen Kennzeichen oder einem festen Text, wie z.B. "SCHWEISS" oder "PROCESS", versehen ist. Alternativ kann die Taste P eine sog. Mehrfunktionentaste sein, der mit Hilfe anderer Bedienungsorgane eine von mehreren bestimmten Funktionen
- 15 zugeordnet werden kann. Zweckmäßigerweise wird die Taste P dabei mit einer geeigneten Anzeigevorrichtung versehen, beispielsweise einem alphanumerischen Display, das durch Klartext oder eine geeignete Abkürzung die jeweils gültige Funktion der Taste anzeigt.
- 20 Die Arbeitsweise des Steuersystems bei der Programmierung des Roboters soll nun unter Bezugnahme auf Figur 2 näher beschrieben werden. Der Roboter wird zuerst in einen gewünschten Schweißpunkt positioniert. Unter Positionierung
- 25 wird verstanden, daß einerseits der Arbeitspunkt der Schweißzange (Befestigungspunkt der Roboterhand am oberen Arm 3) gebracht wird, und andererseits die Roboterhand mit der Schweißzange in eine bestimmte Winkellage in Bezug auf den Arbeitspunkt gebracht wird. Wenn diese Po-
- 30 sitionierung geschehen ist, wird die Taste P gedrückt, von der nachstehend angenommen wird, daß sie die Bezeichnung "SCHWEISS" trägt. Das Signal N an die Zentraleinheit CU zeigt dann an, daß der vorhergehende und in den Programmspeicher PM eingeschriebene Befehl beendet ist und
- 35 mit der Eingabe des nächsten Befehls in den Programmspeicher begonnen wird. In diesen Befehl wird zuerst die

- 8 -

Roboterposition eingelesen, die von den verschiedenen Achsengebern des Roboters geliefert und in Form von Signalen D an die Zentraleinheit gegeben wird. Im Pufferspeicher BM ist eine Unterprogrammnummer gespeichert, und
5 diese Unterprogrammnummer wird nun vom Pufferspeicher geholt und in dem gerade behandelten Befehl im Programmspeicher gespeichert. Der Bediener des Roboters hat nun die Möglichkeit, falls gewünscht, ein neues Unterprogramm zu wählen. Dies kann beispielsweise einfach dadurch ge-
10 schehen, daß über eine digitale Tastatur eine zweiziffrige Zahl eingegeben wird, die das neue Unterprogramm definiert. Die Zentraleinheit tastet ab, ob eine neue Unterprogrammnummer eingegeben wurde. Wenn dies der Fall ist, wird diese Nummer einerseits in den gerade behandelten
15 Bedienungsbefehl im Programmspeicher und andererseits im Pufferspeicher BM gespeichert. Hiernach geht die Zentraleinheit zu dem nächsten Punkt im Ablaufplan. (Falls der Bediener keine neue Unterprogrammnummer eingegeben hat, geht die Zentraleinheit direkt zu diesem nächsten Punkt).
20 Die Zentraleinheit tastet nun ab, ob mit Hilfe einer Bedienungstaste an der Bedienungseinheit ein neuer Befehl bereitgestellt wurde. Solange dies nicht der Fall ist, liegt das Steuersystem und wartet in der im Ablaufplan vorhandenen Schleife. Zur Einprogrammierung des nächsten
25 Schweißpunktes in das Programm wird der Roboter zu diesem Punkt geführt, und es wird die Drucktaste "SCHWEISS" betätigt, wodurch das Steuersystem die vorstehend beschriebene und in Figur 2 gezeigte Operationsfolge wiederholt.

30 Das bedeutet, daß eine Reihe von Schweißpunkten mit denselben Schweißparametern auf einfachste Weise dadurch programmiert werden können, daß der Roboter von Punkt zu Punkt gesteuert wird und in jedem Punkt die Drucktaste "SCHWEISS" gedrückt wird. Nur in dem ersten Schweißpunkt
35 und bei Änderung von Schweißparametern muß eine Unterprogrammnummer eingespeichert werden. Auf diese Weise ist eine erheblich schnellere Programmierung möglich als mit

- 9 -

den bekannten Steuersystemen.

Figur 3 zeigt schematisch die Arbeitsweise des Steuersystems beim automatischen Betrieb, d.h. beim Abarbeiten
5 des im Steuersystem des Roboters gespeicherten Programms. Wenn beim Abarbeiten des Hauptprogramms ein Befehl erreicht ist, der neben einem Positionierungsbefehlsanteil auch einen Befehlsanteil "SCHWEISS" hat, dann arbeitet das Steuersystem gemäß Figur 3. Zunächst werden die in
10 dem Befehl enthaltenen Positionsdaten ausgelesen und ein Befehl an das Servosystem SS gegeben, welches den Roboter in die vorgegebene Position fährt. Sobald der Roboter die vorgegebene Position erreicht hat, wird der Abschluß der Positionierung der Zentraleinheit durch ein Signal D gemeldet. Die Zentraleinheit holt dann vom Programmspeicher
15 die in dem gerade behandelten Befehl enthaltene Unterprogrammnummer. Dieses Unterprogramm wird dann aufgerufen und ausgeführt, d.h. die Schweißparameter werden in dem Schweißwächter mit Hilfe der Signale E-H eingestellt, und
20 der Schweißvorgang wird durchgeführt. Nachdem das Unterprogramm durchlaufen ist, der Schweißvorgang also abgeschlossen ist, wird dies durch ein Signal I vom Schweißwächter der Zentraleinheit mitgeteilt. Die Zentraleinheit geht dann im Programmspeicher einen Schritt weiter und
25 holt den nächsten Befehl.

Außer Daten über die Schweißparameter kann in die Unterprogramme auch die gewünschte Anzahl von Schweißpunkten einprogrammiert werden.

30

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, erfordert das Einprogrammieren eines Schweißpunktes - außer der Positionierung des Roboters - nur das Drücken eines einzigen Bedienungsorgans (P). In dem Fall, daß dieses Bedienungsorgan mehrere unterschiedliche Funktionen haben kann,
35 kann es jedoch erforderlich sein, daß zunächst die gerade gewünschte Funktion mit Hilfe eines anderen Bedienungs-

- 10 -

organs gewählt wird. Hierdurch werden die Vorteile eines Steuersystems nach der Erfindung jedoch nicht verringert.

Die Erfindung wurde vorstehend anhand eines zum Punkt-
5 schweißen eingesetzten Roboters erläutert. Die Erfindung kann jedoch auf vielen anderen Anwendungsgebieten eingesetzt werden, z.B. beim Bogenschweißen, beim Auslegen eines Leimstranges oder bei der Montage einer Anzahl gleicher Teile in verschiedenen Punkten. Ferner wurde vor-
10 stehend beschrieben, wie bei jedem Befehl zunächst die Positionierung des Roboters durchgeführt wird und danach die Arbeitsoperation (das Schweißen). Bei anderen Anwendungen kann es angebracht sein, daß die Arbeitsoperation vor der Positionierung oder zusammen mit dieser durchge-
15 führt wird.

Die Erfindung kann generell bei der Programmierung von Arbeitszyklen zur Anwendung kommen, die eine Reihe von sich wiederholenden Operationen enthalten, die entweder
20 - wie oben beschrieben - von einer äußeren Ausrüstung (Zusatzausrüstung) oder von den eigenen Vorrichtungen des Roboters ausgeführt werden können. Ein Beispiel für den letzteren Fall ist die vorgenannte Montage. Ein anderes Beispiel ist das sog. Musterlegen, d.h. die Platzierung
25 mehrerer Gegenstände in einem bestimmten Muster, z.B. das Beladen einer Stapelplatte (Palettierung). In dem letztgenannten Fall wird der Roboter in jeden der Punkte gefahren, in dem ein Objekt plaziert werden soll, und in jedem Punkt wird das vorstehend beschriebene Bedienungs-
30 organ betätigt. Dabei werden in dem gerade behandelten Befehl im Programmspeicher einerseits Daten über die Lage des Punktes und andererseits Daten zum Anrufen eines Unterprogramms gespeichert, das den Roboter so steuert, daß er ein Objekt holt und dieses in der programmierten Posi-
35 tion plaziert. Eventuell braucht die Lage jedes Punktes nur ungefähr angegeben zu werden, indem der Roboter in

332222

15.07.83

NACHGEREICHT

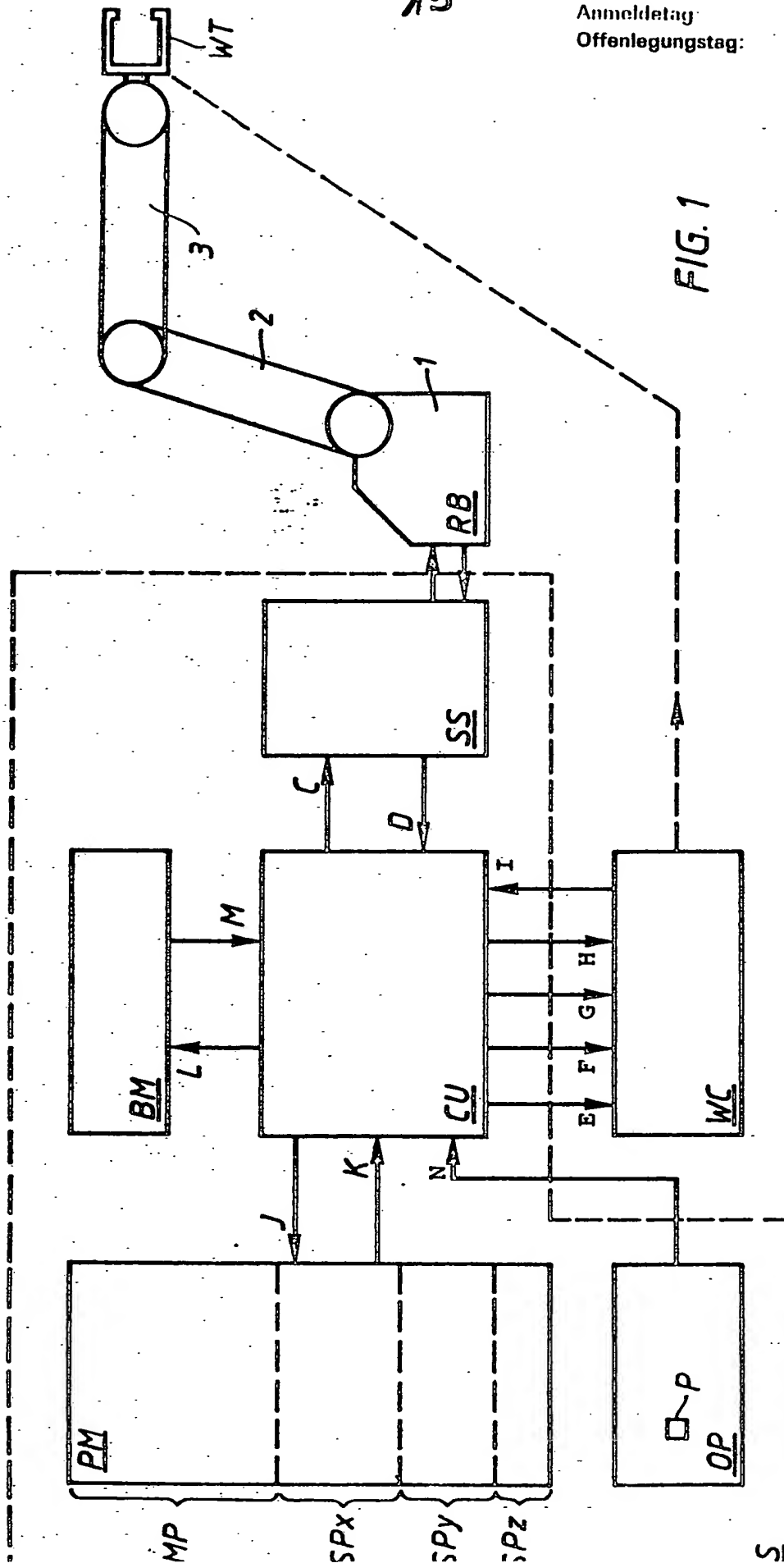
15.6.1983

21304 P

- 11 -

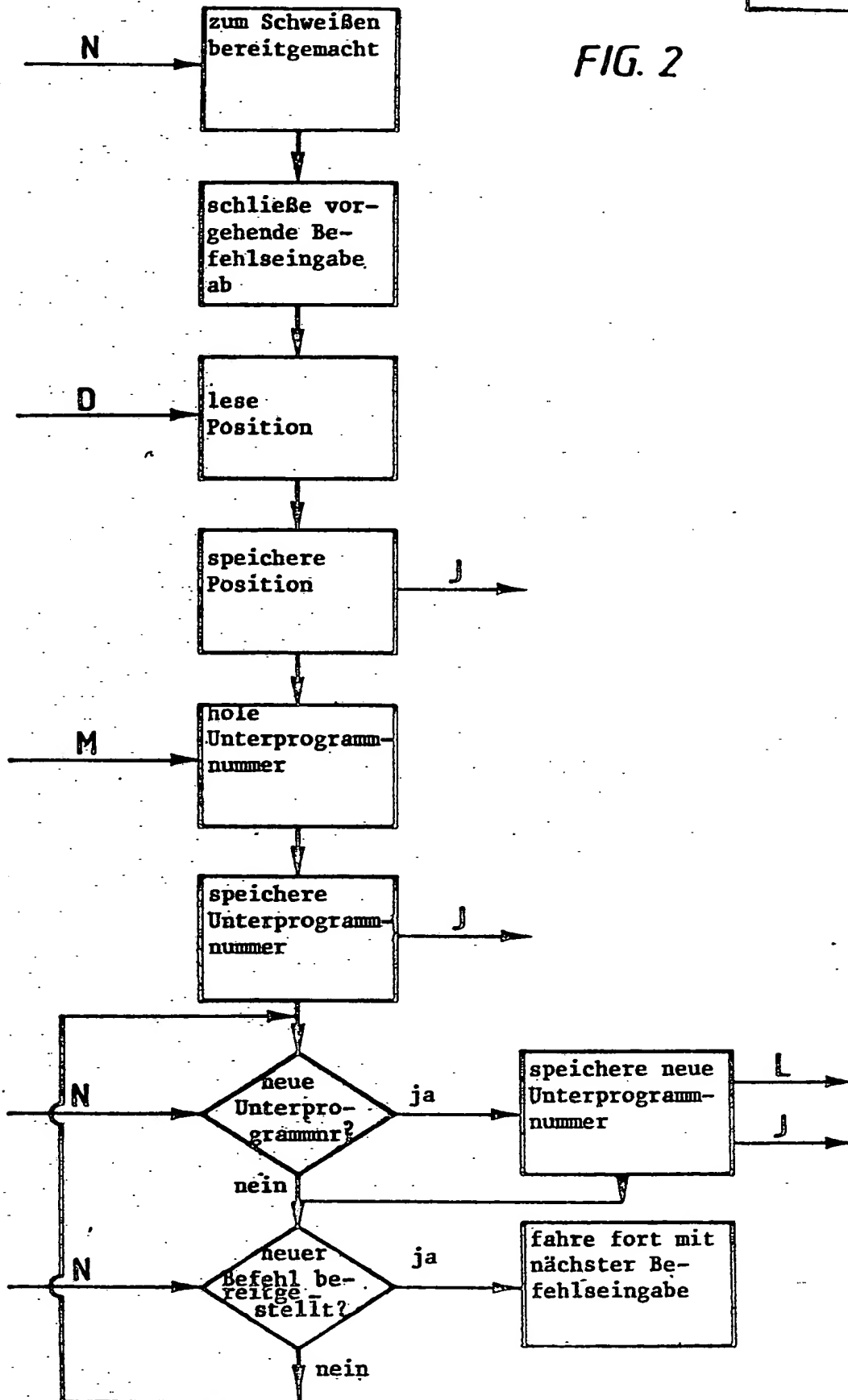
eine angenähert richtige Lage gesteuert wird. Das Unterprogramm kann dann Befehle für die Plazierung des Objektes in der exakten Lage mit Hilfe von Sensoren, beispielsweise optischen oder kraftmessenden Sensoren, enthalten.

-12-
Leerseite



NACHGESEHT

FIG. 2



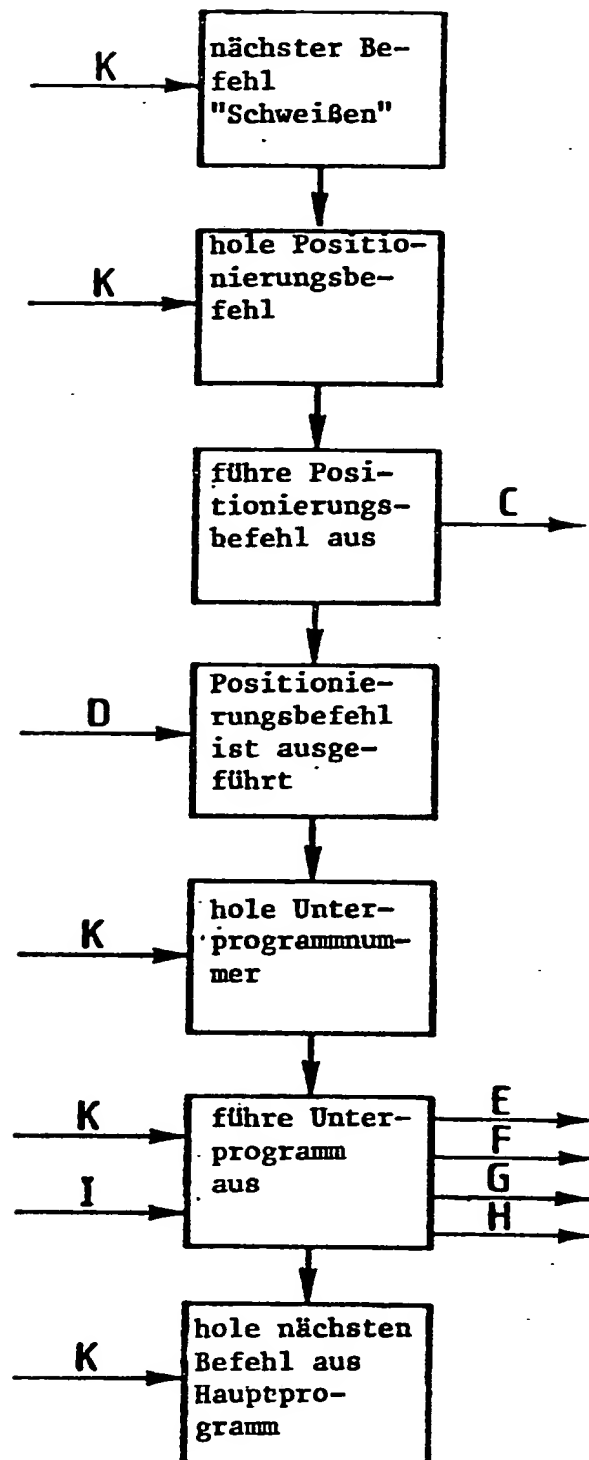


FIG. 3